

K-III-1801

XXVI OKTOBARSKO SAVETOVANJE
RUDARA I METALURGA

SAOPŠTENI RADOVI



DONJI MILANOVAC, 1-3. OKTOBAR 1994. GOD.

PMS — 20

OGRANIČENJA, OSETLJIVOST I MAKSIMIZACIJA TAČNOSTI PRI PRORAČUNU TEHNOLOŠKIH INDIKATORA U PMS PRIMENOM KOMPJUTERSKIH PROGRAMA

LIMITATIONS, SENSITIVITY AND THE MAXIMISING THE ACCURACY OF THE TWO-PRODUCT RECOVERY COMPUTATIONS IN THE MINERAL PROCESSING USING COMPUTER PROGRAMMES

Prof. Dr Boris Krstev, Rudarsko-Geološki fakultet Štip, R. Makedonija, Mr Blagoj Golomeov, Rudarsko-Geološki fakultet Štip, R. Makedonija

Ul. „Goce Delčev“ br. 89
92000 Štip, R. Makedonija
tel: ++389-92-31 379
fax: ++389-92-36 875

SADRŽAJ — U ovom radu će biti prikazani proračuni metal-bilansa kod tehnoloških operacija u PMS-u. Pored osnovnih tehnoloških indikatora: maseno iskorišćenje, iskorišćenje, stepen koncentracije, efikasnost koncentracije, biće prikazana ograničenja, osetljivost, maksimizacija tačnosti pri proračunu pomoću izrađenih kompjuterskih programa.

ABSTRACT — In this paper will be shown calculations of the two-product recovery computations by the technological operation in the mineral processing. Beside the essential technological indicators: the recovery, the grade of concentration, the efficiency of concentration etc., will be shown limitations, sensitivity and the maximising the accuracy by the calculations by means of the computer programmes.

1. UVOD

Za proračun metal bilansa u pripremi mineralnih sirovina koriste se tehnološki indikatori koji se odnose na odgovarajuću operaciju procesa koncentracije. Dvoproizvodna raspodela mase mineralne sirovine (two product) u koncentrat i jalovinu zajedno sa njihovim kvalitativnim određivanjima, omogućuju izvođenje odgovarajućih balansiranja sa definisanim tehnološkim određivanjima, omogućuju izvođenje odgovarajućih balansiranja sa definisanim tehnološkim indikatorima kao što su: iskorišćenje, maseno iskorišćenje i sl.

$$M_k = \frac{K}{R} \cdot 100; M_k = \frac{r-j}{k-j} \cdot 100; M_j = \frac{J}{R} \cdot 100; M_j = \frac{k-r}{k-j} \cdot 100;$$

$$I_k = \frac{K \cdot k}{R \cdot r} \cdot 100; I_k = \frac{k \cdot (r-j)}{r \cdot (k-j)} \cdot 100; I_j = \frac{J \cdot j}{R \cdot r} \cdot 100;$$

M_k + M

Pored

— koefi

— koefi

— efika

— tehni

— ekon

gde je: $k_n = \frac{S}{P}$

S — troš
P — cen

2. O

Prikazano
cionarnog stanja
dinamička ravno
interval između
Diferenci

$$\frac{\partial I}{\partial j} = \frac{1}{k-j}$$

uzimajući: V_F

$$V_1 = \left(\frac{\partial F}{\partial r} \right)$$

gde su

V₁, V_r, V

$$M_k + M_j = 100; I_k + I_j = 100;$$

Pored navedenih tehnoloških indikatora u praksi se koriste:

— koeficijent skraćanja: $k_e = \frac{R}{K}$

— koeficijent koncentracije: $k_o = \frac{k}{r} = \frac{I_k}{M_k}$

— efikasnost koncentracije: $E = \frac{(k-r) \cdot M_k}{(m-r) \cdot M_o} \cdot 100 = \frac{I_k - M_k}{100 - M_o} \cdot 100 (\%)$

— tehnička efikasnost: $TE = I \cdot \frac{(k-r)}{[k(100-r)]} \cdot 100 (\%)$

— ekonomska efikasnost: $EE = \left(\frac{I}{k}\right) (k - k_n) = I \left(1 - \frac{k_n}{k}\right)$

gde je: $k_n = \frac{S}{P} \cdot 100 (\%)$

S — troškovi topljenja (\$/ton rude)
P — cena metala (\$/ton metal)

2. OGRANIČENJA I OSETLJIVOST METAL — BILANSA

Prikazane jednačine tehnoloških indikatora pretpostavljaju i simuliraju uslove stacionarnog stanja (ulaz = izlaz). Ako je ovo prihvatljivo za poduži vremenski period, takva dinamička ravnoteža nije moguća u kratkom vremenskom periodu, kao što je na primer interval između sukcesivnih "on — stream" analiza proizvoda koncentracije.

Diferenciranjem jednačine za iskorišćenje metala u koncentratu dobijamo:

$$\frac{\partial I}{\partial j} = \frac{-100 \cdot k(k-r)}{r(k-j)^2}; \quad \frac{\partial I}{\partial r} = \frac{100 \cdot k \cdot j}{r^2(k-j)}; \quad \frac{\partial I}{\partial k} = \frac{-100 \cdot j(r-j)}{r(k-j)^2};$$

uzimajući: $V_F(x) = \sum_i \left(\frac{\partial F}{\partial x_i}\right)^2 \cdot V_{x_i}$ odnosno

$$V_I = \left(\frac{\partial F}{\partial r}\right)^2 \cdot V_r + \left(\frac{\partial I}{\partial k}\right)^2 \cdot V_k + \left(\frac{\partial I}{\partial j}\right)^2 \cdot V_j;$$

gde su

V_I, V_r, V_k, V_j odgovarajuće razlike i odstupanja u odnosu na I, r, k i j dobijamo:

$$V_r = \frac{100^2}{r^2 (k-j)^2} \left[\frac{k^2 \cdot j^2}{r^2} \cdot V_r + \frac{(r-j)^2 \cdot j^2}{(k-j)^2} \cdot V_k + \frac{k^2 (k-r)^2}{(k-j)^2} \cdot V_j \right]$$

što predstavlja jednačinu za procenu greške koja se može očekivati, saglasno eventualnim greškama pri merenju sadržaja (kvaliteta) „r“, „k“ i „j“.

Vrlo jednostavno je moguće dokazati da je proračunata vrednost iskorišćenja najosetljivija na odstupanja kvaliteta metala u jalovinu (u slučaju visoke vrednosti koeficijenta koncentracije k_0), a u drugom slučaju (za nižu vrednost k_0), najosetljivija na kvalitet ulaza i koncentrata.

3. MAKSIMIZACIJA TAČNOSTI METAL — BILANSA

Ranije je bilo prikazano da je jednakost za iskorišćenje metala u koncentratu jako osetljiva na tačnost izmerenih kvaliteta i koeficijenta koncentracije k_0 .

$$I = M_k \cdot \frac{k}{j}, \quad M_k = \frac{(r-j)}{(k-j)} \cdot 100,$$

Izborom odgovarajućih masenih frakcija "mass — fraction" označenih sa "a", "b" i "d" za odgovarajuće komponente: koncentrat i jalovinu moguće je napisati:

$$M = \frac{(a-b)}{(b-d)} \cdot 100, \quad I = M \cdot \frac{k}{j},$$

pri čemu:

$$V_m = \frac{100^2}{(b-d)^2} \left[V_a + \left(\frac{a-d}{b-d} \right)^2 V_b + \left(\frac{b-a}{b-d} \right)^2 V_d \right] \quad (1)$$

pri tome *relativna standardna devijacija* se proračunava iz formule:

$$RSD = V_M^{1/2} / M,$$

$$V_I = \left(\frac{\partial I}{\partial M} \right)^2 V_M + \left(\frac{\partial I}{\partial k} \right)^2 V_k + \left(\frac{\partial I}{\partial j} \right)^2 V_j,$$

$$V_I = \left(\frac{k}{j} \right)^2 V_M + \left(\frac{M}{j} \right)^2 V_k + \left(\frac{M \cdot k}{j^2} \right)^2 V_j \quad (2)$$

ili:

$$V_I = \frac{100^2 c^2}{(b-d)^2 f^2} \left[V_a + \left(\frac{a-d}{b-d} \right)^2 V_b + \left(\frac{b-a}{b-d} \right)^2 V_d + \left(\frac{a-d}{c} \right)^2 V_c + \left(\frac{a-d}{f} \right)^2 V_f \right]$$

PROGRAM IS
{Procen
uses CR

VAR
v, k, j, s

BEGIN
ClrScr;
Writeln ('
Writeln;
Write ('
Readln ('
Write ('
Readln ('
Write ('
Readln ('
Writeln;
Writeln ('
writeln;
Write ('
Readln (sf
Write ('
Readln (sc
Write ('
Readln (st
r: = 100*
a: = 1000
b: = sqr(k
c: = sqr(v
d: = sqr(k
s2: = (a*b
s: = sqrt(s
ClrScr;
Writeln ('I
Writeln;
Writeln ('V
Writeln;
Write ('ST
Readln;

END.

PROGRAM MAS
{Procenka na gres
iskoristuvanje za c
uses CRT;

VAR
v,k,j,sf,sc,s

4. KOMPJUTERSKI PROGRAMI ZA METAL — BILANS

PROGRAM ISKLIM:

{Procenka na greškata pri presmetka na iskoristuvanjeto}
uses CRT;

VAR

v, k, j, sf, sc, st, r, a, b, c, d, s2, s: real;

BEGIN

```

ClrScr;
Writeln ('VNESI JA SODRŽINATA NA KORISNA KOMPONENTA VO:');
Writeln;
Write ('— VLEZOT: =');
Readln (v);
Write ('— KONCENTRATOT: =');
Readln (k);
Write ('— JALOVINATA: =');
Readln (j);
Writeln; Writeln;
Writeln ('VNESI GO STANDARDNOTO OTSTAPUVANJE NA:');
writeln;
Write ('— VLEZOT: =');
Readln (sf);
Write ('— KONCENTRATOT: =');
Readln (sc);
Write ('— JALOVINATA: =');
Readln (st);
r := 100*(v-j)*k/(v*(k-j));
a := 10000/(sqr(v)*(k-j)*(k-j));
b := sqr(k)*sqr(j)/sqr(v);
c := sqr(v-j)*sqr(j)/sqr(k-j);
d := sqr(k)*sqr(k-v)/sqr(k-j);
s2 := (a*b*sf*sf) + (a*c*sc*sc) + (a*d*st*st);
s := sqrt(s2);
ClrScr;
Writeln ('ISKORISTUVANJE.....=',r:5:2',[%]');
Writeln;
Writeln ('VARIJANSA.....=',s2:5:2);
Writeln;
Write ('STANDARDNA DEVIJACIJA...=',s:5:2);
Readln;

```

END.

PROGRAM MASLIM;

{Procenka na greskata pri presmetkata na masenoto
iskoristuvanje za dva proizvoda}
uses CRT;

VAR

v,k,j,sf,sc,st,a,b,c,d,s2,s,rd: real;

BEGIN

```

ClrScr;
Writeln ('VNESI JA VREDNOSTA NA : ');
Writeln;
Write (' — VLEZOT : = ');
Readln (v);
Write (' — KONCENTRATOT : = ');
Readln (k);
Write (' — JALOVINATA : = ');
Readln (j);
Writeln; Writeln;
Writeln ('VNESI GO STANDARDNOTO OTSTAPUVANJE NA: ');
writeln;
Write (' — VLEZOT : = ')
Readln (sf);
Write (' — KONCENTRATOT : = ')
Readln (sc);
Write (' — JALOVINATA : = ');
Readln (st);
c: = 100*(v-j)/(k-j);
a: = 100/(k-j);
b: = 100*(v-j)/sqrt(k-j);
d: = 100*(k-v)/sqrt(k-j);
s2: = (a*a*sf*sf) + (b*b*sc*sc) + (d*d*st*st);
s: = sqrt(s2);
ClrScr;
Writeln ('KONCENTRAT/VLEZ.....=',c:5:2', [%]');
Writeln;
Writeln ('VARIJANSA.....=',s2:5:2);
Writeln;
Writeln ('STANDARDNA DEVIJACIJA...=',s:5:2);
rd: = s/c;
Writeln;
Writeln ('RELATIVNA STANDARDNA DEVIJACIJA = ',rd:5:2);
Readln;

```

END.

ZAKLJUČAK

U cilju procene uspešnosti u PMS-u sa tehnološke i ekonomske tačke gledišta, neophodna je permanentna kontrola tehnološkog procesa, registracija i evidentiranje raznih indikatora za kvantitet ili kvalitet ulazne mineralne sirovine i dobijenih proizvoda pri kontinuiranim procesima, kao i kontrola indikatora za potrošnju energije, čelika, reagenasa itd.

U tom cilju, dati su osnovni tehnološki indikatori za proračun u PMS-u sa istovremenom mogućnošću korišćenja kompjuterskih programa za ekspresno rešavanje postavljenih zadataka.

Ograničenja, osetljivost i maksimizacija tačnosti proračuna metal-bilansa dati su u prikazanim kompjuterskih programa u "Turbo Pascalu 6.0".

Wills B. A., Mi
Богданов О. С.
Оровчанов Г.
Деушић С., С
материјалних била
Крстев Б. и д
опалска бреча од ло
вање, Бор 1993.
Finch J. A., O
Pergamon Press 1988,

6. LITERATURA

- Wills B. A., Mineral Processing Technology, Pergamon Press, Oxford, 1989.
- Богданов О. С., Справочник по обогащенију руд, Недра, 1983.
- Оровчанов Г., Подготовка на минерални сировини, РГФ, Штип, 1983.
- Деушиќ С., Салатиќ Д., Примена рачунара за одређивање различитих технолошких и материјалних биланса у процесима ПМС, Зборник, Београд, 1988.
- Крстев Б. и др., Испитување на можностите за добивање на композитен производ од опалска бреча од локалитетот ОПАЛИТ — Чешиново — Македонија, XXV Октобарско советување, Боп 1993.
- Finch J. A., Optimum operating point derived from economic efficiency, Minerals Engineering, Pergamon Press 1988, Volume 1, p. 365-367